นิพนธ์ต้นฉบับ

ความหนาแน่นและพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมของกระทิง (*Bos gaurus* H. Smith) ในเขตห้ามล่าสัตว์ป่าภูฟ้า จังหวัดน่าน

เฉลิมพล กันแก้ว[1,3], ศุภลักษณ์ ศิริ[2], มณฑล นอแสงศรี[2] และ ยุวดี พลพิทักษ์[2*]

รับต้นฉบับ: 2 มีนาคม 2569 ฉบับแก้ไข: 5 เมษายน 2569 รับลงพิมพ์: 14 เมษายน 2569

บทคัดย่อ

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์: นิเวศวิทยาเชิงพื้นที่ของสัตว์ป่าเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการวางแผนอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน โดยเฉพาะกระทิง (*Bos gaurus* H. Smith) ซึ่งเป็นวัวป่าที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก ที่ต้องการพื้นที่อาศัยค่อนข้างกว้าง มีอัตราการสืบพันธุ์ต่ำ และมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ปัจจุบันประชากรกระทิงกำลังเผชิญแรงกดดันจากการสูญเสียและการแตกกระจายของถิ่นอาศัยตามธรรมชาติ เนื่องจากการขยายตัวของกิจกรรมมนุษย์ และข้อจำกัดด้านความเชื่อมต่อของผืนป่า ส่งผลให้แนวโน้มประชากรลดลงและเพิ่มความเสี่ยงต่อการแยกตัวของถิ่นอาศัยในระยะยาว แม้ว่าประเทศไทยจะมีการขยายพื้นที่คุ้มครองอย่างต่อเนื่อง แต่ข้อมูลเกี่ยวกับความหนาแน่นและรูปแบบการใช้พื้นที่ของกระทิงยังมีจำกัด โดยเฉพาะในระบบนิเวศป่าภูเขาทางภาคเหนือที่มีภูมิประเทศซับซ้อนและเข้าถึงได้ยาก พื้นที่เขตห้ามล่าสัตว์ป่าภูฟ้า จังหวัดน่าน เป็นผืนป่าระหว่างป่าดิบแล้งและดิบเขาที่มีความสำคัญเชิงนิเวศวิทยาของสัตว์ป่า โดยเฉพาะกระทิง มีศักยภาพเป็นแนวเชื่อมต่อทางนิเวศสำหรับสัตว์ป่าขนาดใหญ่ระหว่างประเทศไทยและสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว อย่างไรก็ตามองค์ความรู้เกี่ยวกับสถานภาพประชากรและปัจจัยกำหนดความเหมาะสมของถิ่นอาศัยในพื้นที่ยังไม่เพียงพอต่อการสนับสนุนการจัดการเชิงพื้นที่ ดังนั้น จึงมีวัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อประเมินความหนาแน่นของประชากรกระทิง และวิเคราะห์ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเลือกใช้พื้นที่อาศัย สำหรับการกำหนดมาตรการอนุรักษ์ การฟื้นฟูถิ่นอาศัย และการติดตามในระยะยาวต่อไป

วิธีการ: ทำการเก็บข้อมูลภาคสนามระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2567 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2568 โดยติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพอัตโนมัติ จำนวน 10 จุด ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาอย่างเป็นระบบ โดยเลือกพื้นที่ที่มีโอกาสพบกระทิงมากที่สุด เช่น ทางเดินของสัตว์ป่า แหล่งน้ำ และโป่งธรรมชาติ ควบคู่กับการบันทึกพิกัดร่องรอยของสัตว์ป่าจากการลาดตระเวน ได้แก่ การพบเห็นตัวโดยตรง เสียงร้อง รอยตีน กองมูล และหลักฐานการหากิน นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์เชิงสถิติและเชิงพื้นที่ ความอุดมสมบูรณ์ของประชากรถูกประเมินด้วยค่าดัชนีความอุดมสมบูรณ์สัมพัทธ์ (Relative abundance index; RAI) คำนวณจากอัตราการตรวจพบต่อจำนวนกับดักคืน (Trap nights) และใช้แบบจำลอง Random Encounter Model (REM) เพื่อประมาณค่าความหนาแน่นโดยไม่ต้องอาศัย

การจำแนกรายบุคคล ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับสัตว์กีบขนาดใหญ่ที่ไม่มีลักษณะเฉพาะตัวเด่นชัดและยากต่อการระบุตัวตน การประเมินความเหมาะสมของพื้นที่ใช้แบบจำลอง Maximum Entropy (MaxEnt) ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงในการทำนายการกระจายของชนิดจากข้อมูลการปรากฏ ตัวแปรสิ่งแวดล้อมที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วยปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพ จำนวน 7 ตัวแปร ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล ความลาดเอียงของพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากหมู่บ้าน และระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า ประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองด้วยค่า Area Under the Receiver Operating Characteristic Curve (AUC) เพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือในการจำแนกพื้นที่ที่เหมาะสม

ผลการศึกษา: จากการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพรวมทั้งสิ้น 3,650 Trap nights พบการปรากฏของกระทิง จำนวน 27 ครั้ง คิดเป็นค่า Relative Abundance Index เท่ากับ 0.74% ซึ่งสะท้อนถึงอัตราการตรวจพบที่ค่อนข้างต่ำ อย่างไรก็ตาม การประเมินความหนาแน่นของประชากรด้วยแบบจำลอง REM ให้ค่าความหนาแน่นเท่ากับ 19.6 ตัวต่อตารางกิโลเมตร บ่งชี้ว่าพื้นที่ศึกษายังคงมีศักยภาพในการรองรับการดำรงอยู่ของประชากรกระทิง แม้ว่าการกระจายตัวของประชากรจะมีลักษณะไม่สม่ำเสมอ โดยกระทิงมีแนวโน้มเลือกใช้พื้นที่เฉพาะบริเวณที่มีทรัพยากรสำคัญ เช่น แหล่งน้ำ แหล่งอาหาร และพื้นที่หลบภัย การวิเคราะห์พื้นที่อาศัยที่เหมาะสมด้วยแบบจำลอง MaxEnt ให้ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองในระดับสูงมาก (AUC = 0.987) และพบว่ามีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับกระทิง ประมาณ 35 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 29.41 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด (119 ตารางกิโลเมตร) โดยพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสูงส่วนใหญ่กระจายอยู่ในป่าดิบเขาและป่าดิบแล้ง ผลการวิเคราะห์ค่าความสำคัญเชิงการสลับตัวแปร (Permutation importance) แสดงให้เห็นว่า ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า และระยะห่างจากหมู่บ้าน เป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดการปรากฏของกระทิงในพื้นที่ศึกษา ขณะที่ค่าร้อยละสัดส่วนการมีส่วนร่วมของตัวแปร (Percent contribution) ชี้ให้เห็นว่าปัจจัยด้านกายภาพและชีวภาพ โดยเฉพาะ ความสูงจากระดับน้ำทะเล การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขา) และระยะห่างจากแหล่งน้ำ มีบทบาทสำคัญต่อความเหมาะสมของถิ่นอาศัยพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสูงส่วนใหญ่กระจุกตัวในบริเวณภูเขาสูงที่มีทุ่งหญ้าบนสันเขาแทรกอยู่ภายในพื้นที่ป่าที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางระหว่าง 1,200 ถึง 1,600 เมตร ซึ่งมีโครงสร้างถิ่นอาศัยที่เอื้อต่อการหาอาหาร การพักพิง และการหลีกเลี่ยงภัยคุกคาม ขณะเดียวกัน ปัจจัยด้านการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น ถนนและชุมชน แม้มีอิทธิพลรองลงมา แต่ยังมีบทบาทในการจำกัดขอบเขตการกระจายตัวของกระทิงในพื้นที่ศึกษา

สรุป: ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าแม้ความหนาแน่นของประชากรกระทิงในพื้นที่ศึกษาจะอยู่ในระดับต่ำ แต่การมีอยู่ของพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมหนึ่งในสามของพื้นที่ทั้งหมด สะท้อนศักยภาพของผืนป่าในการรองรับการคงอยู่และการขยายตัวของประชากรในอนาคต ข้อมูลที่ได้มีความสำคัญต่อการกำหนดมาตรการจัดการ เช่น การปรับปรุงแหล่งน้ำ การเพิ่มคุณภาพแหล่งอาหาร และการรักษาความเชื่อมต่อของถิ่นอาศัย เพื่อลดความเสี่ยง

จากการแยกตัวของประชากร การจัดทำฐานข้อมูลเกี่ยวกับความหนาแน่นและความเหมาะสมของพื้นที่อาศัยยังเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการติดตามการเปลี่ยนแปลงของประชากรและประเมินประสิทธิผลของมาตรการอนุรักษ์ หากได้รับการบริหารจัดการอย่างเหมาะสม พื้นที่แห่งนี้สามารถทำหน้าที่เป็นแหล่งอาศัยหลักและพื้นที่ต้นทางของการกระจายประชากร ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างความมั่นคงให้กับระบบนิเวศป่าไม้และสนับสนุนการอนุรักษ์สัตว์ป่าในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยอย่างยั่งยืนในระยะยาว

คำสำคัญ: พื้นที่อาศัยที่เหมาะสม, กล้องดักถ่ายภาพอัตโนมัติ, ความหนาแน่นประชากร, แบบจำลองการพบแบบสุ่ม

---

[1] สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

[2] สาขาวิชาการป่าไม้ โครงการจัดตั้งวิทยาลัยการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

[3] สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ ที่ 13 (แพร่) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช แพร่ 54000

***ผู้รับผิดชอบบทความ**: yuwadee_ppt@mju.ac.th

https://doi.org/10.34044/tferj.2026.10.1.6614

ORIGINAL ARTICLE

Population Density and Habitat Suitability of Gaur (*Bos gaurus* H. Smith) in the Phu Fa Non-Hunting Area, Nan Province

Chaluampon Kankaew[1,3], Supalak Siri[2], Monthol Norsaengsri[2] and Yuwadee Ponpithuk[2*]

Received: 2 March 2026 Revised: 5 April 2026 Accepted: 14 April 2026

ABSTRACT

Background and Objectives: Spatial ecology of wildlife provides a fundamental basis for conservation planning and sustainable natural resource management. This is particularly important for gaur (*Bos gaurus* H. Smith), the largest extant wild bovine, which requires extensive home ranges, exhibits low reproductive rates, and is highly sensitive to environmental changes. Currently, gaur populations are facing increasing pressure from habitat loss and fragmentation driven by human activities, as well as limitations in forest connectivity. These factors contribute to population decline and elevate the risk of habitat isolation in the long term. Although protected areas in Thailand have been progressively expanded, information on population density and spatial use patterns of gaur remains limited, particularly in mountainous forest ecosystems in northern Thailand, where terrain complexity and inaccessibility constrain field studies. Phu Fa Non-Hunting Area represents an ecologically significant forest landscape for wildlife, especially gaur, comprising relatively intact montane evergreen and dry evergreen forests. The area also has high potential as an ecological corridor facilitating movement of large mammals between Thailand and the Lao People's Democratic Republic. However, current knowledge regarding population status and environmental determinants of habitat suitability in this area remains insufficient to support effective spatial management. Therefore, this study aims to estimate the population density of gaur and to analyze environmental factors influencing habitat selection. The findings are expected to provide baseline information for conservation planning, habitat restoration, and long-term population monitoring.

Material and method: Field data collection was conducted from November 2024 to October 2025. A total of 10 camera trap stations were systematically deployed across the study area to record the occurrence of gaur. Camera locations were selected based on areas with a high likelihood of gaur presence, including wildlife trails, water sources, and natural salt licks. In addition, signs of wildlife were recorded during patrol surveys, including direct sightings, vocalizations, footprints, dung, and feeding evidence, along with their geographic coordinates. All collected data were processed for statistical and spatial analyses. Population abundance was assessed using the

Relative Abundance Index (RAI), calculated as the detection rate per number of trap nights. Population density was estimated using the Random Encounter Model (REM), which does not require individual identification and is particularly suitable for large ungulates lacking distinctive individual markings. Habitat suitability was evaluated using the Maximum Entropy (MaxEnt) model, which has been widely recognized for its high performance in predicting species distribution from presence-only data. A total of seven environmental variables were included in the analysis, comprising both physical and biological factors: elevation above mean sea level, slope, land use, distance to water sources, distance to roads, distance to villages, and distance to ranger stations. Model performance was assessed using the Area Under the Receiver Operating Characteristic Curve (AUC) to evaluate the model's ability to discriminate between suitable and unsuitable habitats.

Results and discussion: A total sampling effort of 3,650 trap nights resulted in 27 independent detections of gaur, yielding a Relative Abundance Index (RAI) of 0.74%, indicating a relatively low detection rate. However, population density estimated using the REM was 19.6 individuals/km², suggesting that the study area still has the capacity to support a viable gaur population. The spatial distribution of gaur was uneven, with individuals tending to utilize specific areas associated with key resources, such as water sources, foraging grounds, and refuge sites. Habitat suitability analysis using the MaxEnt model demonstrated excellent model performance (AUC = 0.987). Approximately 35 km², representing 29.41% of the total study area (~119 km²), was classified as suitable habitat for gaur. Highly suitable areas were predominantly distributed within montane evergreen and dry evergreen forests, which provide favorable conditions for gaur survival. Permutation importance analysis indicated that distance to water sources, distance to ranger stations, and distance to villages were the most influential variables determining gaur occurrence. In contrast, percent contribution values highlighted the importance of both physical and biological factors, particularly elevation, land use (dry evergreen and montane evergreen forests), and distance to water sources, in shaping habitat suitability. Highly suitable habitats were primarily concentrated in high-elevation mountainous areas (1,200–1,600 m above mean sea level), characterized by a mosaic of ridge-top grasslands interspersed within montane and dry evergreen forests. These habitat features likely enhance resource availability, provide suitable shelter, and facilitate avoidance of potential threats. Although anthropogenic disturbance factors, such as roads and human settlements, had relatively lower contributions, they still played a role in constraining the spatial distribution of gaur within the study area.

Conclusion: The results indicate that although the population density of gaur in the study area is relatively low, the presence of suitable habitat covering approximately one-third of the total area reflects the potential of the forest landscape to support population persistence and future expansion. These findings provide important implications

for management interventions, including the improvement of water sources, enhancement of forage availability, and maintenance of habitat connectivity to reduce the risk of population isolation. Furthermore, the establishment of baseline data on population density and habitat suitability serves as a critical tool for long-term monitoring of population dynamics and for evaluating the effectiveness of conservation measures. With appropriate management, the study area has the potential to function as a core habitat and a source population, contributing to regional population stability. This, in turn, would strengthen forest ecosystem integrity and support the sustainable conservation of wildlife in northern Thailand over the long term.

Keywords: Habitat suitability, camera trap, population density, random encounter model (REM)

[1] Department of Forest Management, Maejo University Phrae Campus, Phrae 54140, Thailand

[2] Program in Forestry, the Established Project of College of Forestry, Maejo University Phrae Campus, Phrae 54140, Thailand

[3] Protected Area Regional Office 13 (Phrae), Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation., Phrae 54000, Thailand

***Corresponding author**: yuwadee_ppt@mju.ac.th

https://doi.org/10.34044/tferj.2026.10.1.6614

คำนำ (Introduction)

กระทิง (*Bos gaurus* H. Smith) เป็นวัวป่าขนาดใหญ่ที่สุดในโลกที่ยังคงดำรงพันธุ์อยู่ โดยสหภาพนานาชาติเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (IUCN) จัดให้อยู่ในสถานภาพมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable: VU) ขณะที่ในประเทศไทยกระทิงถูกจัดให้อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ (Endangered: EN) และเป็นสัตว์ป่าคุ้มครองตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562 (DNP, 2019) แม้ในภาพรวมประชากรกระทิงทั่วโลกจะมีแนวโน้มลดลงจากการถูกบุกรุกทำลายถิ่นอาศัย (Duckworth *et al*., 2016) แต่ผลจากการยกระดับการคุ้มครองพื้นที่อนุรักษ์อย่างเข้มงวดของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ส่งผลให้ประชากรกระทิงในบางพื้นที่ของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมีการกระจายตัวเข้าสู่ถิ่นอาศัยใหม่ในหลายภูมิภาค (DNP, 2017) ทั้งนี้ การศึกษาที่ผ่านมาในประเทศไทย ได้มีการประเมินความหนาแน่นประชากรและรูปแบบการใช้ถิ่นอาศัยของกระทิงในพื้นที่อนุรักษ์ (Phumanee *et al*., 2020; Nguyen *et al*., 2018) อย่างไรก็ตาม องค์ความรู้เชิงปริมาณเกี่ยวกับสถานภาพประชากรและพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมของกระทิงในบางพื้นที่ยังมีข้อจำกัด โดยเฉพาะในเขตห้ามล่าสัตว์ป่าภูฟ้า ซึ่งยังไม่มีการประเมินความหนาแน่นประชากรและถิ่นอาศัยที่เหมาะสม (Habitat suitability) อย่างเป็นระบบ ช่องว่างดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงการขาดข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับพื้นที่ที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นประชากรกับปัจจัยกำหนดถิ่นอาศัย ซึ่งมีความจำเป็นต่อการวางแผนจัดการและการอนุรักษ์กระทิงในพื้นที่นี้อย่างมีประสิทธิภาพ

เขตห้ามล่าสัตว์ป่าภูฟ้าจังหวัดน่าน เป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญเชิงนิเวศ เนื่องจากมีลักษณะเป็นป่าภูเขาสูงที่มีความซับซ้อนของภูมิประเทศและมีความหลากหลายของสังคมพืช พื้นที่ดังกล่าวไม่เพียงแต่ทำหน้าที่เป็นแหล่งต้นน้ำสำคัญ แต่ยังเป็นแนวเชื่อมต่อทางนิเวศวิทยา (Ecological corridor) ที่เชื่อมโยงผืนป่าระหว่างอุทยานแห่งชาติขุนน่าน อุทยานแห่งชาติดอยภูคา อุทยานแห่งชาติแม่จริม และเขตอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพแห่งชาติน้ำปุยในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, 2023) การรักษาความต่อเนื่องของระบบนิเวศดังกล่าวจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเคลื่อนย้ายเชิงพื้นที่ และการแลกเปลี่ยนทางพันธุกรรมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในระดับภูมิภาค อย่างไรก็ตาม การประเมินสถานภาพประชากรสัตว์ป่าในพื้นที่ภูเขาสูงชันและเข้าถึงยากยังคงมีข้อจำกัดด้านเทคนิคและการสำรวจภาคสนาม โดยเฉพาะสัตว์ขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถจำแนกอัตลักษณ์รายตัวได้ชัดเจนอย่างกระทิง ส่งผลให้ข้อมูลพื้นฐานด้านประชากรในพื้นที่ต้นน้ำน่านยังมีความไม่แน่นอน การประยุกต์ใช้กล้องดักถ่ายภาพอัตโนมัติ (Camera traps) ร่วมกับแบบจำลองทางสถิติ Random Encounter Model (REM) (Phumanee *et al*., 2020) เพื่อประมาณ

ค่าความหนาแน่น และแบบจำลอง Maximum Entropy (MaxEnt) (Nguyen *et al*., 2018) เพื่อประเมินปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการเลือกใช้ถิ่นอาศัย จึงเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่และลดความคลาดเคลื่อนจากการสำรวจแบบดั้งเดิม

ดังนั้น วัตถุประสงค์การศึกษานี้เพื่อประเมินความหนาแน่นประชากร และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยจำกัดทางนิเวศวิทยาบางประการ (ความสูง ความลาดชัน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ความหนาแน่นพืชพรรณ และระดับการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์) ต่อการกระจายของกระทิงในพื้นที่ป่าต้นน้ำน่าน เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำคัญ ในการระบุพื้นที่ถิ่นอาศัย สำหรับสนับสนุนการวางแผนจัดการพื้นที่คุ้มครองอย่างเป็นระบบและเหมาะสม และช่วยบรรเทาปัญหาความขัดแย้งระหว่างคนกับสัตว์ป่า นำไปสู่การอนุรักษ์ประชากรกระทิงและความยั่งยืนระบบนิเวศป่าไม้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)

1. พื้นที่ศึกษา (Study area)

เขตห้ามล่าสัตว์ป่าภูฟ้า จังหวัดน่าน มีขนาดพื้นที่ 119 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่อำเภอบ่อเกลือ และอำเภอแม่จริม ตั้งอยู่ระหว่างละติจูด 18° 45' ถึง 19° 15' เหนือ และลองจิจูด ที่ 101° 00' ถึง 101° 15' ตะวันออก มีความสูงจากระดับน้ำทะเลระหว่าง500 ถึง 1,741 เมตร (Figure 1) สภาพป่ามีความอุดมสมบูรณ์สูง ประกอบด้วยป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณ เป็นแหล่งต้นน้ำสายสำคัญของแม่น้ำน่าน (Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation., 2023)

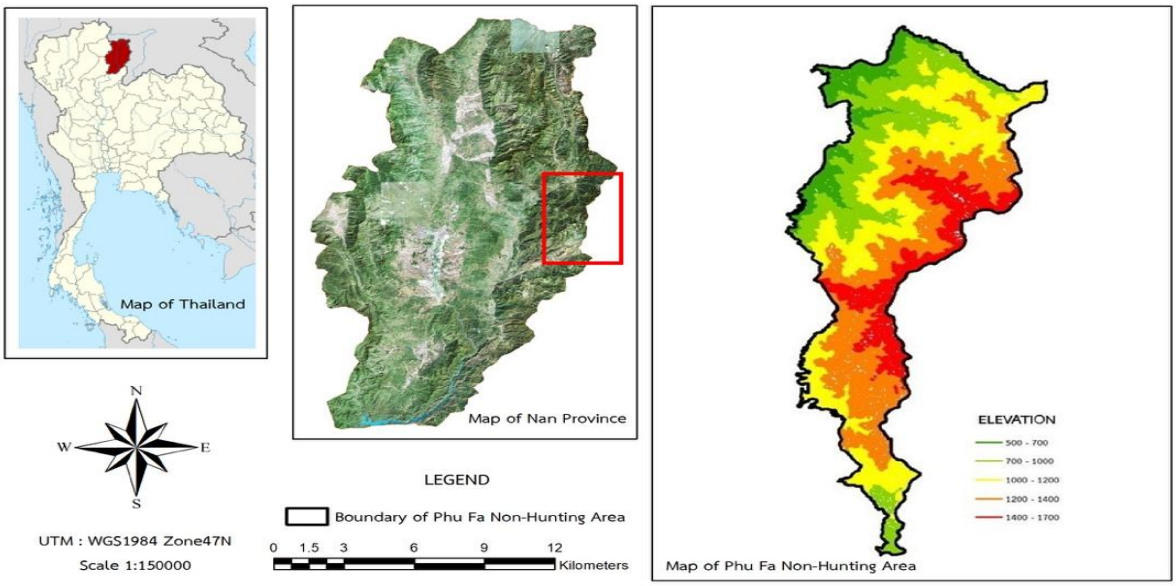

Figure 1 Map of Phu Fa Non-Hunting Area, Nan Province

สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไป มีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปี 25-26 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1,200 – 1,600 มิลลิเมตร มีฤดูฝนและฤดูแล้งที่ชัดเจน โดยฤดูฝนอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึง

ตุลาคม และฤดูแล้งในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน มีสภาพอากาศหนาวเย็นตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวที่อุณหภูมิอาจลดต่ำลงกว่า 10 องศาเซลเซียส ภูมิประเทศมีมีระดับความสูงตั้งแต่ 1,000 เมตร จากระดับน้ำทะเล

เขตห้ามล่าสัตว์ป่าภูฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มป่าดอยภูคา-แม่ยม (Doi Phu Kha-Mae Yom forest complex) ภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงชันสลับซับซ้อนทอดยาวตามแนวทิศเหนือ - ใต้ และทำหน้าที่เป็นแนวเขตกั้นระหว่างประเทศไทยและสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ด้วยลักษณะทางกายภาพที่เป็นผืนป่าขนาดใหญ่และต่อเนื่อง ส่งผลให้พื้นที่แห่งนี้มีศักยภาพสูงในการเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยและแหล่งหลบภัยทางธรรมชาติที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการคงอยู่ของความหลากหลายทางชีวภาพ (Haddad *et al*., 2015)

2. การเก็บข้อมูล (Data collection)

1. วางแผนสำรวจด้วยการอาศัยข้อมูลย้อนหลังการปรากฏของกระทิงในพื้นที่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562 ถึงปัจจุบัน โดยนำตำแหน่งพิกัดมาวิเคราะห์ร่วมกับแผนที่ภูมิประเทศด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (QGIS) เพื่อกำหนดพื้นที่สำรวจในรูปแบบตาราง (Grid cell) ขนาด 1 × 1 ตารางกิโลเมตร (Figure 2) เพื่อติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพอัตโนมัติ จำนวน 10 จุด ให้ครอบคลุมบริเวณที่มีประวัติการพบกระทิงหนาแน่นที่สุด

Figure 2 Camera trap stations in Phu Fa Non-Hunting Area during November 2024 – October 2025.

การคัดเลือกจุดติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพอัตโนมัติด้วยวิธีการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) โดยเจาะจงจุดที่เป็นทางด่านหลัก เพื่อเพิ่มโอกาสในการดักถ่ายภาพ (Detection probability) ในพื้นที่ภูมิประเทศสูงชันและยากต่อการเข้าถึง เพื่อให้สอดคล้องกับสมมติฐานของแบบจำลอง REM

ที่เน้นการสุ่มการพบเจอตัวของสัตว์ ผู้วิจัยได้กำหนดระยะห่างระหว่างจุดติดตั้งไม่ให้กระจุกตัวเกินไป และใช้เกณฑ์ช่วงเวลาการปรากฏที่เป็นอิสระต่อกันมาวิเคราะห์ เพื่อลดอิทธิพลความลำเอียงจากการเลือกพื้นที่สำรวจ ที่อาจส่งผลต่ออัตราการตรวจพบ

การติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ ให้มีความสูงจากพื้นดินประมาณ 40-50 เซนติเมตร หันหน้ากล้องทำมุมกับเส้นทางด่านสัตว์ป่าในระยะห่างประมาณ 2.5 - 3.5 เมตร พร้อมบันทึกข้อมูลวันที่ พิกัดทางภูมิศาสตร์ (UTM) หมายเลขกล้อง และลักษณะสังคมพืชรอบจุดติดตั้ง โดยติดตั้งกล้องหมุนเวียนไปตามจุดที่กำหนด จุดละ 30 วัน (Duangchantrasiri, 2008) จนครบถ้วนตามแผนการสำรวจ ข้อมูลภาพถ่ายที่ได้จะถูกนำมาคัดแยกชนิดและวิเคราะห์เหตุการณ์การปรากฏที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent event) (O'Brien *et al*., 2003) โดยกำหนดว่าหากเป็นสัตว์ป่าชนิดเดียวกันที่บันทึกภาพได้ในจุดเดิมภายในเวลา 30 นาที จะนับเป็นเพียง 1 เหตุการณ์ เพื่อป้องกันการนับซ้ำ

2. การเตรียมปัจจัยสิ่งแวดล้อมเชิงพื้นที่ (Environmental covariates) การวิเคราะห์พื้นที่อาศัยที่เหมาะสมของกระทิง ดำเนินการโดยคัดเลือกปัจจัยแวดล้อมอิสระที่สำคัญเชิงนิเวศวิทยาต่อการดำรงชีวิต จำนวน 7 ปัจจัย ข้อมูลทั้งหมดถูกจัดการให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ (Raster spatial data) มีความละเอียดจุดภาพ (Spatial resolution) ขนาด 30 × 30 เมตร อ้างอิงระบบพิกัด WGS 1984 UTM Zone 47N แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ ปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพ ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (Elevation) ความลาดชันของพื้นที่ (Slope) ซึ่งวิเคราะห์จากข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (Digital elevation model: DEM) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ (Distance to water sources) และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) โดยเน้นสัดส่วนของป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา และพื้นที่ทุ่งหญ้า ซึ่งอ้างอิงข้อมูลการจำแนกประเภทป่าไม้จากกรมป่าไม้ (Royal Forest Department, 2019) และทำการปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบันด้วยภาพถ่ายดาวเทียม อีกกลุ่มคือ ปัจจัยการรบกวนจากมนุษย์ (Anthropogenic factors) ได้แก่ ระยะห่างจากหมู่บ้าน (Distance to villages) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า (Distance to ranger stations) และระยะห่างจากถนน (Distance to roads) ปัจจัยทั้งหมดถูกนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมกับตำแหน่งการปรากฏของกระทิง (Presence-only data) ในแบบจำลอง Maximum Entropy (MaxEnt) สำหรับระบุถิ่นอาศัยที่มีความเหมาะสม ทั้งภายในขอบเขตเขตห้ามล่าสัตว์ป่าภูฟ้าและพื้นที่แนวเชื่อมต่อทางนิเวศวิทยา มีลักษณะเป็นทุ่งหญ้าสลับกับไม้พุ่มที่อยู่ในช่วงของป่าฟื้นฟูรุ่นสองนับเป็นแหล่งอาหารสำคัญของสัตว์กินพืช แนวเชื่อมต่อนี้จึงเป็นพื้นที่อนุรักษ์สัตว์ป่าที่สำคัญของจังหวัดน่าน

3. การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis)

3.1 การประเมินความมากมายสัมพัทธ์ (Relative abundance index; RAI) ของกระทิง เป็นการประเมินจากอัตราการถ่ายภาพ ซึ่งเป็นดัชนีที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนหรือความหนาแน่น

ของประชากรสัตว์ป่า โดยค่าดัชนีนี้จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อสัตว์ป่ามีความหนาแน่นมากขึ้นตามระเบียบวิธีของ Hice and Velazco (2013) ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความมากมายสัมพัทธ์ (\% RAI)} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ถ่ายภาพสัตว์ได้ x 100}}{\text{จำนวน Trap night ทั้งหมด}}$$

แบบจำลองการพบแบบสุ่ม (Random encounter model; REM) ใช้ประมาณค่าความหนาแน่นประชากร (Density) โดยคำนวณจากอัตราการถ่ายภาพ (Capture rate) ร่วมกับพารามิเตอร์ความเร็วในการเคลื่อนที่ของสัตว์ และมุมรับภาพของกล้อง ตามวิธีของ Rowcliffe *et al*. (2008) ดังนี้

$$D = \frac{y}{t} \cdot \frac{\pi}{vr(2+\theta)}$$

เมื่อ D = ความหนาแน่น (ตัว/ตร.กม.)

y = จำนวนภาพเหตุการณ์สัตว์ที่พบ (Independent events)

t = ระยะเวลาที่กล้องทำงานทั้งหมด (ชม.)

r = ระยะตรวจจับกล้อง (กม.) เป็นการกำหนดระยะตรวจจับที่มีประสิทธิภาพ (8–12 เมตร ในป่าดิบเขา และ 10–15 เมตร ในป่าดิบแล้ง) เพื่อสะท้อนความแตกต่างของทัศนวิสัย

θ = มุมองศาการตรวจจับของหน้ากล้อง (เรเดียน) กำหนดเป็น 1.57–1.68 เรเดียน

v = ความเร็วในการเคลื่อนที่เฉลี่ยของสัตว์ (กิโลเมตร/วัน)

โดยใช้ระยะทางการเคลื่อนที่รายวันของกระทิงตาม (Prayoon *et al*., 2024) มีค่าอยู่ในช่วง 3.83 – 8.13 กิโลเมตรต่อวัน โดยมีค่าต่ำสุดและสูงสุดเท่ากับ 3.83 และ 8.13 กิโลเมตรต่อวัน ตามลำดับ ทั้งนี้ เมื่อคำนวณค่าเฉลี่ยจากข้อมูลพบมีระยะทางการเคลื่อนที่เฉลี่ย 5.98 กิโลเมตรต่อวัน

3.2 แบบจำลองพื้นที่อาศัยที่เหมาะสม (Habitat suitability modeling) วิเคราะห์พื้นที่อาศัยที่เหมาะสมด้วยแบบจำลอง MaxEnt version 3.4.4 ตามขั้นตอนดังนี้

1) การเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่ จัดเตรียมปัจจัยแวดล้อมในรูปแบบ ASCII file ด้วยโปรแกรม QGIS (version 3.24.3) โดยกำหนดความละเอียดจุดภาพที่ 30 × 30 เมตร และใช้ระบบพิกัดอ้างอิงเดียวกันทั้งหมด

2) การสร้างและประเมินแบบจำลอง กำหนดผลลัพธ์แบบ Logistic output เพื่อแสดงค่าความน่าจะเป็นของการปรากฏ ระหว่าง 0 – 1 จำนวนจุดพิกัดที่ใช้ในแบบจำลองทั้งหมด เท่ากับ 53 จุด โดยใช้ข้อมูลพิกัดการปรากฏของกระทิง ได้แก่ การพบเห็นตัวโดยตรง เสียงร้อง รอยตีน และกองมูล ด้วยเครื่องกำหนดตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS) และทำการวิเคราะห์ซ้ำ จำนวน 5 ครั้ง ด้วยวิธี Cross - validation เพื่อลดความคลาดเคลื่อน (Trisurat *et al*., 2014)

3) การทดสอบประสิทธิภาพ ประเมินความแม่นยำของแบบจำลองด้วยค่า Area under the curve (AUC) จากกราฟ Receiver operating characteristic (ROC) โดยค่า AUC ที่เข้าใกล้ 1 หมายถึงแบบจำลองมีความแม่นยำสูง (Fawcett, 2006) และวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมผ่านค่า Percent Contribution และ Permutation Importance

ผลและวิจารณ์ (Results and Discussion)

1. รูปแบบการปรากฏและการกระจายเชิงพื้นที่

การสำรวจโดยผู้ศึกษาร่วมกับเจ้าหน้าที่ของเขตห้ามล่าสัตว์ป่าภูฟ้า ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2567 ถึงตุลาคม พ.ศ. 2568 พบตำแหน่งการปรากฏของกระทิงรวม 53 จุด (ฤดูแล้ง 21 จุด และฤดูฝน 32 จุด) การกระจายตัวเชิงพื้นที่ในแบบการกระจุกตัว (Clustered distribution) อย่างชัดเจนในพื้นที่แกนกลาง (Core area) ของอำเภอบ่อเกลือ และบริเวณแนวพรมแดนประเทศไทยและสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ซึ่งบ่งชี้บทบาทสำคัญของพื้นที่ในการเป็นแนวเชื่อมต่อทางนิเวศวิทยาข้ามพรมแดน (Ecological corridor) ความถี่ของการปรากฏมีสูงในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม–ตุลาคม) ในพื้นที่ทุ่งหญ้าและป่าดิบเขาแคระ สะท้อนถึงพฤติกรรมการเลือกถิ่นอาศัยตามฤดูกาล (Seasonal foraging) เพื่อตอบสนองต่อปริมาณพืชอาหารที่อุดมสมบูรณ์ในช่วงหญ้าระบัด (Grass flush) (Duckworth *et al*., 2016) สอดคล้องกับพฤติกรรมการหากินแบบเคลื่อนที่ไปเรื่อย เพื่อปรับตัวตามแหล่งอาหารที่มีคุณภาพของสัตว์กีบ (Supattra, 2012)

2. ความหนาแน่นของประชากรกระทิง

จากการทำงานของกล้องดักถ่ายภาพ 3,650 Trap nights พบเหตุการณ์ที่เป็นอิสระต่อกัน 27 ครั้ง คิดเป็นดัชนีความอุดมสมบูรณ์สัมพัทธ์ (RAI) เท่ากับ 0.74% และมีความหนาแน่นประชากรจากแบบจำลอง REM เท่ากับ 19.6 ตัวต่อตารางกิโลเมตร ความหนาแน่นที่ค่อนข้างต่ำนี้ เป็นผลมาจากลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษาที่เป็นเทือกเขาสูงชันและมีความซับซ้อน ทำให้พื้นที่อาศัยที่เหมาะสมมีลักษณะเป็นหย่อม ไม่มีความต่อเนื่องกัน อย่างไรก็ตามการพบกระทิงอย่างต่อเนื่องในป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาใกล้แหล่งน้ำสะท้อนถึงความต้องการทรัพยากรน้ำและพืชอาหารที่มีคุณภาพสูง โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง (Schaller, 1967; Duckworth *et al*., 2016) นอกจากนี้พฤติกรรมการหลีกเลี่ยงมนุษย์ ยังปรากฏชัดเจนจากการที่ไม่พบการปรากฏใกล้เส้นทางคมนาคมและแหล่งชุมชน ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นว่ากระทิงเลือกใช้พื้นที่ห่างไกลและเข้าถึงยากเป็นพื้นที่หลบภัย

3. แบบจำลองพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมของกระทิง

ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลอง MaxEnt พบว่ามีประสิทธิภาพในการทำนายความน่าจะเป็นในการกระจายสูงมาก (AUC = 0.987) (Figure 3)

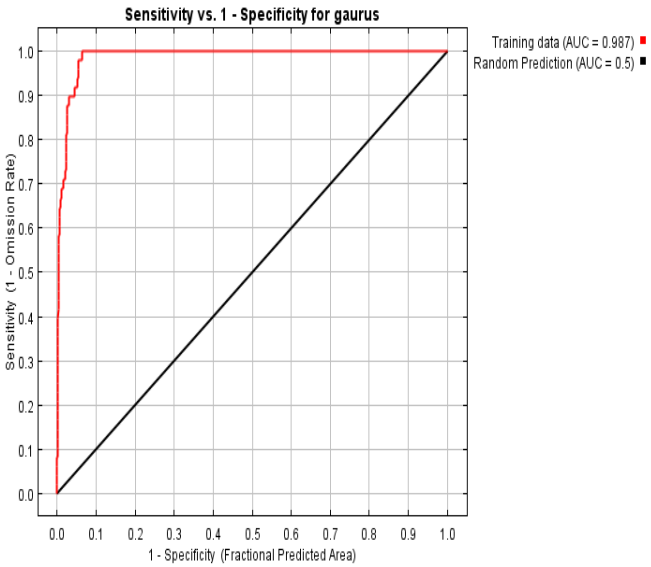

Figure 3 Area under the curve (AUC) from Maxent Model.

อาจเกิดจากอิทธิพลของข้อมูล เช่น จำนวนข้อมูลการปรากฏที่ค่อนข้างจำกัดหรือการกระจุกตัว

เชิงพื้นที่ของข้อมูล ซึ่งมีผลต่อการประเมินความแม่นยำของแบบจำลอง โดยพบพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสูง (High suitability) ครอบคลุมร้อยละ 29.41 หรือประมาณ 35 ตารางกิโลเมตร ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 119 ตารางกิโลเมตร ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการประมาณค่าความน่าจะเป็นพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมมากที่สุด เมื่อพิจารณาจากค่าร้อยละสัดส่วนการมีส่วนร่วมของตัวแปร (Percent contribution) คือความสูงจากระดับน้ำทะเล รองลงมาคือ ประเภทป่า (ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขา) และระยะห่างจากแหล่งน้ำ (Table 1)

Table 1 Percentage contribution and permutation importance of environmental variables for gaur occurrence

Environmental variable	Contribution (%)	Permutation importance (%)
Elevation (above mean sea level)	43.56	11.06
Land use (Forest type)	22.59	3.92
Distance from water sources (KM)	17.78	33.42
Distance from forest ranger stations (KM)	1.82	31
Distance from villages (KM)	1.22	18.9
Distance from roads (KM)	9.2	0.4
Slope (%)	3.83	1.3

เมื่อพิจารณาการตอบสนองเส้นโค้งของตัวแปรสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลสูงต่อการกระจายตัวของกระทิง ตัวแปรสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลสูง ได้แก่ ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ความสูง และความลาดชัน แสดงให้เห็นว่าความเหมาะสมของถิ่นอาศัยมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะห่างจากแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น และเลือกใช้พื้นที่ในช่วงความสูงที่เหมาะสม มักพบในพื้นที่ที่ลาดชันน้อยถึงปานกลาง เนื่องจากเอื้อต่อการเคลื่อนที่และการใช้พื้นที่มากกว่า สะท้อนให้เห็นว่าการเลือกใช้ถิ่นอาศัยของกระทิงมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความพร้อมของทรัพยากรพื้นฐานและข้อจำกัดด้านภูมิประเทศ ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อรูปแบบการกระจายตัวในพื้นที่

เมื่อพิจารณาค่า Permutation importance พบว่า ระยะห่างจากแหล่งน้ำ และระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า มีค่าสูงที่สุด (33.42 และ 31.00 % ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่าในพื้นที่เขาสูง แหล่งน้ำจัดเป็นปัจจัยจำกัดเชิงนิเวศวิทยา ที่สำคัญต่อการเลือกพื้นที่อาศัยของกระทิง อิทธิพลของระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า อาจมีนัยสำคัญในเรื่อง การรบกวนเชิงพื้นที่ (Spatial disturbance) จากการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ที่ส่งผลต่อการเข้าใช้พื้นที่ของสัตว์ ผลเชิงบวกจากการป้องกัน (Protection effect) เนื่องจากบริเวณรอบหน่วยพิทักษ์ป่ามักมีการล่าและปัจจัยรบกวนต่ำกว่าพื้นที่ส่วนอื่น

ส่งผลให้สัตว์ป่าเลือกใช้พื้นที่ดังกล่าวเป็นแหล่งที่พักพิงที่ปลอดภัย

4. การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง

จากการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง MaxEnt ด้วยกราฟ Receiver operating characteristic (ROC) พบว่าค่าพื้นที่ใต้กราฟ (AUC) มีค่าเท่ากับ 0.987 ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยม (Swets,1988) แสดงให้เห็นว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่คัดเลือกมามีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่กับรูปแบบการกระจายตัวของกระทิงอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับการศึกษาของ Phillips *et al*. (2006) และ Elith *et al*. (2006) ที่รายงานว่าแบบจำลอง MaxEnt มีประสิทธิภาพสูงในการทำนายพื้นที่อาศัยของสิ่งมีชีวิตที่มีความต้องการจำเพาะ (Habitat specialist) จึงสะท้อนถึงบทบาทของโครงสร้างป่าและภูมิประเทศต่อการเลือกใช้พื้นที่ และสามารถใช้สนับสนุนการวางแผนระบุถิ่นอาศัยหลัก เพื่อการอนุรักษ์ในระยะยาวได้

เมื่อพิจารณาค่าความสำคัญเชิงสุ่ม ซึ่งแสดงถึงระดับเชิงสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีต่อความแม่นยำของแบบจำลอง พบว่าระยะห่างจากแหล่งน้ำมีค่าสูงสุด (33.42) รองลงมาคือ ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า (31.00) และระยะห่างจากหมู่บ้าน (18.90) แสดงให้เห็นว่าขอบเขตพื้นที่อาศัยการกระจายตัวของกระทิงในพื้นที่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางกายภาพเพียงอย่างเดียว แต่ถูกกำหนดโดยการเลือกถิ่นอาศัย (Habitat selection) การเข้าถึงทรัพยากร และการหลีกเลี่ยงปัจจัยรบกวน โดยเฉพาะในสภาพพื้นที่ภูเขาสูงชัน แหล่งน้ำจัดเป็นปัจจัยจำกัดเชิงนิเวศวิทยา ที่มีความสำคัญยิ่งต่อการตัดสินใจเลือกถิ่นที่อาศัย ขณะเดียวกันการตอบสนองต่อระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าอาจสะท้อนถึงพฤติกรรมการแสวงหาพื้นที่ลี้ภัยที่ได้รับการคุ้มครอง เพื่อความปลอดภัยจากกิจกรรมของมนุษย์ในพื้นที่โดยรอบ

5. ลักษณะทางกายภาพและนิเวศวิทยาของถิ่นอาศัยที่เหมาะสม

ผลการวิเคราะห์ถิ่นอาศัยที่เหมาะสม พบว่าความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง เป็นปัจจัยหลักที่กำหนดขอบเขตการกระจายตัวของกระทิงในพื้นที่ศึกษา โดยความน่าจะเป็นในการปรากฏตัวสูงสุดอยู่ในระดับความสูง 1,200 – 1,600 เมตร ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมมนุษย์ต่ำ สอดคล้องกับพฤติกรรมการเลือกใช้พื้นที่ป่าสมบูรณ์เพื่อหลีกเลี่ยงปัจจัยรบกวน (Duckworth *et al*., 2016) ขณะเดียวกันการกระจายตัวในพื้นที่ภูเขาสูงชันอาจสะท้อนถึงวิธีการปรับตัวเชิงพื้นที่เพื่อหลีกเลี่ยงปัจจัยคุกคามต่อการขยายตัวของพื้นที่เกษตรกรรมในเขตราบดังเช่นที่เคยมีรายงานในพื้นที่อื่นของภาคเหนือ (Laichanthuek *et al*., 2017) ซึ่งถิ่นอาศัยที่มีความเหมาะสมสูงนี้สัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับสังคมพืชป่าดิบเขา (Montane evergreen forest) และ ป่าดิบเขาแคระ (Lower montane scrub forest) รวมถึง ทุ่งหญ้าเขตร้อน (Tropical grassland) บริเวณที่ราบบนสันเขาและอยู่ระหว่างการทดแทนสังคมพืช (Successional plant community) เอื้อต่อการเติบโตของพืชอาหาร โดยเฉพาะในช่วงต้นฤดูฝนที่เกิดหญ้าระบัด ที่ดึงดูดให้กระทิงเข้าใช้ประโยชน์พื้นที่อย่างหนาแน่น

(Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, 2023) ขณะที่ระยะห่างจากแหล่งน้ำยังทำหน้าที่เป็นปัจจัยจำกัดทางนิเวศวิทยาที่สำคัญ เนื่องจากกระทิงเป็นสัตว์กินพืชขนาดใหญ่ที่มีความต้องการน้ำสูงในการดำรงชีวิตและปรับอุณหภูมิร่างกาย แหล่งน้ำถาวรจะทำหน้าที่เป็นจุดศูนย์กลางของการหากิน โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งที่ความชื้นในดัชนีพืชอาหารลดลง การรักษาแหล่งน้ำธรรมชาติจึงเป็นเงื่อนไขสำคัญต่อการคงอยู่ของประชากรกระทิง (Ahrestani & Prins, 2011; Duckworth *et al*., 2016) สอดคล้องกับแผนที่ความเหมาะสมเชิงพื้นที่จากการศึกษาครั้งนี้ (Figure 4)

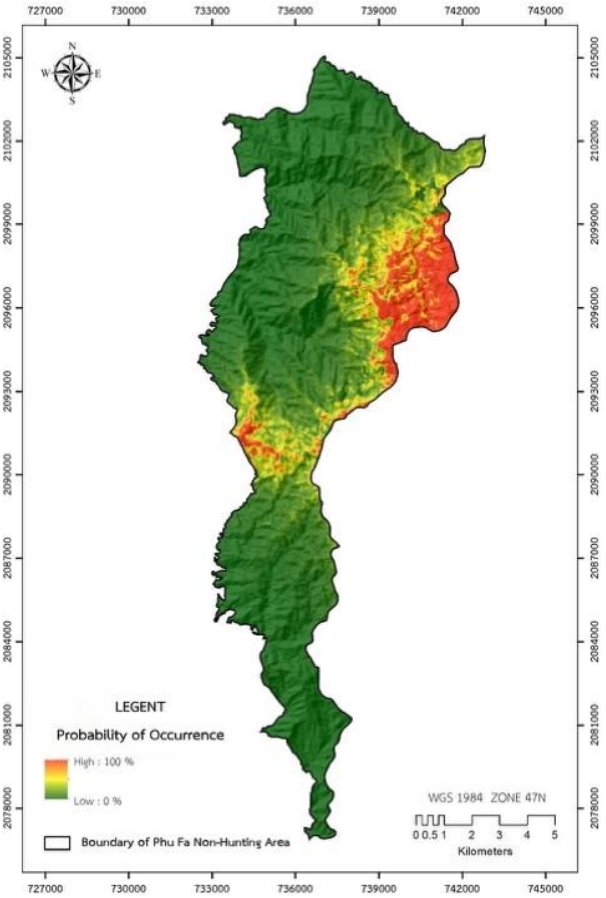

Figure 4 Suitability area of gaur in the Phu Fa Non-Hunting Area, Nan Province.

จาก Figure 4 แสดงให้เห็นถึงการกระจุกตัวของพื้นที่ความเหมาะสมระดับสูงบริเวณทิศตะวันออกและตอนกลางของพื้นที่อนุรักษ์ อันเป็นบริเวณที่มีความสมดุลเชิงหน้าที่ระหว่างความสมบูรณ์ของพืชอาหารและการเข้าถึงแหล่งน้ำ ในขณะที่พื้นที่ทิศตะวันตกและทิศใต้มีความเหมาะสมต่ำเนื่องจากข้อจำกัดทางกายภาพจากความลาดชันที่สูงเกินไป และการรบกวนจากกิจกรรมมนุษย์ที่ส่งผลให้เกิดการเสื่อมโทรมของถิ่นอาศัยในบางส่วนของพื้นที่อย่างมีนัยสำคัญ

สรุป (Conclusion)

ความหนาแน่นและถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิง (*Bos gaurus* H. Smith) ในเขตห้ามล่าสัตว์ป่าภูฟ้า พบว่าประชากรมีความหนาแน่นอยู่ในระดับต่ำ และมีขอบเขตการกระจายตัวที่จำกัด เนื่องมาจากสภาพภูมิประเทศที่เป็นเทือกเขาสูงชันสลับซับซ้อน ส่งผลให้ถิ่นอาศัยมีลักษณะเป็นหย่อม โดยแบบจำลอง MaxEnt ซึ่งเป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์อยู่ในเกณฑ์ดีมาก (AUC = 0.987) แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสูงต่อการอยู่อาศัยของกระทิง มีขนาดประมาณ 35 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 29.41 ของพื้นที่ศึกษา) ส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอบ่อเกลือ

การวิเคราะห์เพื่อระบุปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเหมาะสมของถิ่นอาศัย โดยพิจารณาจากค่า Percent Contribution พบว่า ปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพ โดยเฉพาะความสูงจากระดับน้ำทะเล ชนิดป่า (ป่าดิบเขาและป่าดิบแล้ง) และระยะห่างจากแหล่งน้ำ คือตัวกำหนดหลักของถิ่นอาศัย

ที่เหมาะสม ขณะที่ปัจจัยรบกวนจากการกิจกรรมของมนุษย์มีอิทธิพลรองลงมาแต่ยังคงเป็นตัวจำกัดขอบเขตการกระจายพันธุ์ที่สำคัญ ผลการศึกษานี้เน้นย้ำว่าพื้นที่ภูเขาสูงในเขตภูฟ้าเป็นถิ่นอาศัยที่มีความเหมาะสมที่สำคัญต่อการอยู่รอดของกระทิงในพื้นที่ภาคเหนือ หากพิจารณาจากค่า Permutation importance ได้แก่ ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า และระยะห่างจากหมู่บ้าน คือปัจจัยหลักในการกำหนดถิ่นอาศัยที่เหมาะสม สะท้อนให้เห็นว่าการเลือกใช้ถิ่นอาศัยของกระทิงในเขตห้ามล่าสัตว์ป่าภูฟ้ามีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการเข้าถึงทรัพยากรพื้นฐานและระดับการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยกระทิงมีแนวโน้มเลือกใช้พื้นที่ที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำซึ่งเป็นทรัพยากรสำคัญต่อการดำรงชีวิต ทั้งด้านการใช้น้ำในการกินและการระบายความร้อนของร่างกาย และการกระจายของพืชอาหาร

ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการสร้างมาตรการอนุรักษ์ที่มุ่งเน้นความสำคัญด้านการรักษาและฟื้นฟูแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยเฉพาะในพื้นที่สูง เพื่อคงความต่อเนื่องของทรัพยากรน้ำในฤดูแล้งและการจัดการทุ่งหญ้า เพื่อเพิ่มความพร้อมของแหล่งอาหารและพื้นที่หากิน การรักษาและเสริมสร้างความเชื่อมต่อของถิ่นอาศัย (Habitat connectivity) เพื่อลดความเสี่ยงจากการแยกตัวของประชากร เอื้อต่อการเคลื่อนย้ายระหว่างหย่อมป่า ยกระดับระบบลาดตระเวนเชิงคุณภาพ (SMART Patrol) เพื่อลดแรงกดดันจากกิจกรรมของมนุษย์ ควบคู่กับการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น ในการเฝ้าระวังและจัดการทรัพยากร และการพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และการติดตามระยะยาว เพื่อประเมินแนวโน้มประชากรและประสิทธิผลของมาตรการอนุรักษ์ในการอนุรักษ์และฟื้นฟูประชากรกระทิงอย่างยั่งยืนในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง (References)

Ahrestani, F. S. & H. H. T. Prins. 2011. Age and sex determination of gaur *Bos gaurus* (Bovidae). **Mammalia** 75: 151–155. https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/mamm.2010.078

Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation. 2017. **Thailand wildlife conservation master plan (2017–2036).** Bangkok, Thailand: DNP. (in Thai)

Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation. 2019. **Wildlife Preservation and Protection Act B.E. 2019.** Bangkok, Thailand.

Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation. 2023. **Conservation and protection plan for Phu Fa Non-Hunting Area B.E. (2023-2032).** Wildlife Conservation Division, Protected Areas Regional Office 13 (Phrae). (in Thai)

Duangchantrasiri, S. 2008. **Abundance of Tiger (*Panthera tigris* (Linnaeus)) and its principal prey in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Uthai Thani Province**. M.Sc. thesis, Faculty of Forestry, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)

Duckworth, J. W., K. Sankar, A. C. Williams, N. S. Kumar & R. J. Timmins. 2016. **Bos gaurus. The IUCN Red List of Threatened Species 2016**, e.T2891A46363646. Available source: https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T2891A46363646.en (Accessed: February 10, 2026)

Elith, J., C. H. Graham, R. P. Anderson, M. Dudík, S. Ferrier, A. Guisan, R. J. Hijmans, F. Huettmann, J. R. Leathwick, A. Lehmann, J. Li, L. G. Lohmann, B. A. Loiselle, G. Manion, C. Moritz, M. Nakamura, Y. Nakazawa, J. M. Overton, A. T. Peterson, S. J. Phillips, K. Richardson, R. Scachetti-Pereira, R. E. Schapire, J. Soberón, S. Williams, M. S. Wisz & N. E. Zimmermann. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. **Ecography** 29(2): 129–151. https://doi.org/10.1111/j.2006.0906-7590.04596.x

Fawcett, T. 2006. An introduction to ROC analysis. **Pattern Recognition Letters** 27(8): 861–874. https://doi.org/10.1016/j.patrec.2005.10.010

Haddad, N. M., L. A. Brudvig, J. Clobert, K. F. Davies, A. Gonzalez, R. D. Holt, T. E. Lovejoy, J. O. Sexton, M. P. Austin, C. D. Collins, W. M. Cook, E. I. Damschen, R. M. Ewers, B. L. Foster, C. N. Jenkins, A. J. King, W. F. Laurance, D. J. Levey, C. R. Margules, B. A. Melbourne, A. O. Nicholls, J. L. Orrock, D.-X. Song & J. R. Townshend. 2015. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. **Science Advances** 1(2): e1500052. https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052

Hice, C. L. & P. M. Velazco. 2013. Relative effectiveness of several bait and trap types for assessing small mammal communities in Neotropical rainforest. **Occasional Papers, Museum of Texas Tech University** 316: 1–15.

Hosmer, D. W., Jr., S. Lemeshow & R. X. Sturdivant. 2013. **Applied logistic regression.** 3rd ed. Wiley.

Laichanthuek, P., R. Sukmasuang & P. Duengkae. 2017. Population and habitat use of gaur (*Bos gaurus*) in Khao Phaeng Ma Non-Hunting Area, Nakhon Ratchasima Province. **Thai Journal of Wildlife** 24: 83–95. (in Thai)

Nguyen, A., J. Hardcastle & B. M. Rawson. 2018. Modeling the distribution of the Endangered Saola (*Pseudoryx nghetinhensis*) to prioritize conservation efforts in the Annamite Mountains. **Biological Conservation** 221: 148-159. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.03.003

O'Brien, T. G., M. F. Kinnaird & H. T. Wibisono. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. **Animal Conservation** 6(2): 131–139. https://doi.org/10.1017/S1367943003003172

Phillips, S. J., R. P. Anderson & R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling** 190(3): 231-259. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026

Phumanee, W., R. Steinmetz & W. Chutipong. 2020. Estimating the density of a low-visibility ungulate, the Mainland Serow (*Capricornis sumatraensis*), using camera traps and Random Encounter Models. **Mammal Study** 45(4): 285-297. https://doi.org/10.3106/ms2019-0091

Prasopsin, S., N. Bhumpakphan & R. Chairat. 2013. Diversity of food plants and feeding selection of gaur (*Bos gaurus laosiensis*) in the area of Khlong Pla Kang, Khao Yai National Park, Nakhon Ratchasima Province. **Thai Journal of Forestry** 32(2): 1–13. (in Thai)

Prayoon, U., W. Suksavate, A. Chaiyes, P. Paansri, B. Siriaroonrat, Y. Utara, W. Tipkantha, S. Baicharoen, W. Jairak, E. Kaewkhunjob, C. Chaisonkhram, U. Maikaew, G. Ieamsaard, S. Sripiboon, S. Winitpornsawan, S. Thunhikorn, N. Wanna, S. Sriracha, T. Sornsa, R. Chokcharoen, A. Buanual, S. Pattanakiat, K. Srikulnath & P. Duengkae. 2024. Home range and habitat utilization of gaur (*Bos gaurus*) in transition zone between protected forest and human-dominated landscape, eastern Thailand. **Global Ecology and Conservation** 50: e02811. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2024.e02811

Prayoon, U., W. Suksavate, A. Chaiyes, S. Winitpornsawan, S. Tunhikorn, K. Faengbubpha, C. Angkaew, S. Pattanakiat & P. Duengkae. 2021. Past, present and future habitat suitable for gaur (*Bos gaurus*) in Thailand. **Agriculture and Natural Resources** 55(5): 743–756. https://doi.org/10.34044/j.anres.2021.55.5.05

Royal Forest Department (RFD). (2019). **Forest cover of Thailand year 2019.** Bangkok, Thailand.

Rowcliffe, J. M., J. Field, S. T. Turvey & C. Carbone. 2008. Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. **Journal of Applied Ecology** 45(4): 1228–1236. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01473.x

Schaller, G. B. 1967. **The deer and the tiger: A study of wildlife in India**. University of Chicago Press.

Supattra, P. 2012. **Ecology and distribution of gaur (*Bos gaurus*) in Khlong Plakang area, Khao Yai National Park.** Master thesis. Kasetsart University, Thailand.

Swets, J. A. 1988. Measuring the accuracy of diagnostic systems. **Science** 240(4857): 1285–1293. https://doi.org/10.1126/science.3287615

Trisurat, Y., B. Kanchanasaka & H. Kreft. 2014. Assessing potential effects of land use and climate change on mammal distributions in northern Thailand. **Wildlife Research** 41(6): 522–536. https://doi.org/10.1071/WR14171

Trisurat, Y. & A. G. Toxopeus. 2011. Modeling species distribution. pp. 171-197. *In*: Trisurat, Y., R. P. Shrestha & R. Alkemade (eds.). **Modeling Species Distribution**. IGI Global, Hershey.